

贵州南部一次暴雨过程诊断分析

吴 静, 孟庆怡, 韦仕丽, 李 婧

贵州省黔西南州气象局, 贵州 兴义
Email: 1003393866@qq.com

收稿日期: 2021年7月26日; 录用日期: 2021年8月30日; 发布日期: 2021年9月6日

摘 要

本文利用MICAPS资料分析了贵州2019年6月5~7日上空环流形势, 结合TBB卫星云图资料, 观察云团生成、发展与消散各个阶段的特征, 检验比EC细网格对此次天气过程的预报能力。综合得出: 受高空槽东移影响, 槽前正涡度平流有利于低层上升运动, 同时700 hpa上低涡中心延伸出东西两段, 贵州北部和南部受低涡西段影响, 850 hpa切变东移南压, 地面受云南热低压影响, 辐合线地面辐合线维持在省的西南部缓慢移动, 导致夜间出现强降水。结合配料法分析各层的物理量, 整层水汽条件较好, 加上空间动力配置较好, 热低压、短波槽、低空切变线、地面辐合线相互作用, 导致此次贵州南部出现大暴雨, 并伴有较强的短时强降水。检验EC作为大尺度预报对此次过程的预报能力, 得出模式预报范围与实况较接近, 量级偏小, 南部暴雨、大暴雨漏报的结论。

关键词

暴雨, 天气系统, 模式预报

Diagnostic Analysis of a Rainstorm Process in Southern Guizhou

Jing Wu, Qingyi Meng, Shili Wei, Jing Li

Guizhou Qianxinan Meteorological Bureau, Xingyi Guizhou
Email: 1003393866@qq.com

Received: Jul. 26th, 2021; accepted: Aug. 30th, 2021; published: Sep. 6th, 2021

Abstract

Using MICAPS data, this paper analyzes the circulation situation over Guizhou from June 5 to 7,

2019, combined with TBB satellite cloud image data, observes the characteristics of each stage of cloud formation, development and dissipation, and tests the prediction ability of finer grid comparing to EC for this weather process. It is concluded that the positive vorticity advection in front of the trough is conducive to the upward movement of the lower layer under the influence of the eastward movement of the high-altitude trough. At the same time, the low vortex center extends from the east to the west at 700 hPa. The northern and southern Guizhou are affected by the western section of the low vortex, the shear at 850 hPa moves eastward and southward, the ground is affected by the thermal low pressure in Yunnan, and the convergence line maintains a slow movement in the southwest of the province, resulting in heavy precipitation at night. Combined with the analysis of the physical quantity of each layer, the water vapor condition of the whole layer is good, coupled with the good spatial dynamic configuration, and the interaction of thermal low pressure, short wave trough, low-level shear line and ground convergence line, resulting in the heavy rainstorm in Southern Guizhou, accompanied by strong short-term heavy precipitation. The prediction ability of EC as a large-scale forecast for this process is tested. It is concluded that the prediction range of the model is close to the actual situation, the magnitude is small, and the rainstorm and heavy rainstorm in the south are not reported.

Keywords

Rainstorm, Weather System, Model Forecast

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

贵州位于中国西南部,素有“天无三日晴、地无三尺平”之说,每年由强降水引发的洪涝、山体滑坡、泥石流灾害给贵州造成严重的经济损失和人员伤亡。许多气象工作对暴雨的成因做了大量研究,锋低槽、低涡切变、长江横切变(梅雨锋)、南支槽、台风倒槽等都可以触发并维持对流系统的发展并形成暴雨[1][2][3][4][5]。管勇[6]等利用 NCEP 每日 4 次再分析等资料对广东两次特大暴雨成因从暴雨的落区、暴雨强度和各物理量等进行了对比分析,得出暴雨的强度和各物理量值亦有较好的对应关系。李生辰[7]等对青海地区暴雨的形成条件和基本特征进行了分析,将青海暴雨类型划分为副高边缘型、副高控制型和低涡切变型三种。李强[8]等利用 NECP/NCAR 再分析资料对 2009 年 8 月 2~5 日一次川渝地区大暴雨过程的水汽输送、湿位涡等进行了诊断分析,结果表明暴雨发生时,总是伴随着高(低)空正(负)垂直螺旋度的耦合发生。黄楚惠等[9]根据湿螺旋度诊断了一次高原低涡东移引发的强降水,发现垂直螺旋度和相对螺旋度梯度分别与降水落区和降水强度分布相对应。李国平[10]分析了 1981 年 7 月 11~15 日一次四川特大暴雨过程发现,湿位涡由负变正预示着暴雨的减弱和消失。近年来,贵州的气象工作者针对暴雨也作了一些研究工作,吴哲红等[11]从不稳定机制出发分析了 2004 年 5 月 29 日~30 日贵州地区的一次暴雨过程,结果表明本次暴雨是多种尺度系统的相互作用及对流不稳定能量触发的。伍红雨[12]利用三重嵌套的非静力中尺度数值模式 MM5V3 对 2005 年 5 月贵州一次大暴雨天气过程进行数值模拟,表明西南涡是造成大暴雨的主要影响系统,且强降水与水汽辐合的大值密切相关,降水的强弱与辐合的强弱变化一致。井喜[13]利用卫星云图、多普勒雷达资料和高空风等资料,对 2007 年 6 月 8~9 日广西、贵州上空由中尺度对流复合体(MCC)引发的致洪暴雨过程,进行了大尺度环境场和物理量的诊断分析。李腹广[14]、崔庭

[15]、陈晓燕[16]对贵州西南部暴雨的典型个例发生、发展进行了详细的诊断分析。本文在黔西南暴雨已有的基础上,利用 MICAPS、TBB 等资料,对黔西南上空的环流形势和天气背景进行了分析,找出此次过程产生的天气学物理成因。

2. 降水落区

2.1. 24 小时降水情况

2019 年 6 月 5 日 08 时~6 日 08 时:紫云县水塘镇出现特大暴雨 239.1 毫米,3 国家站 39 区域站出现大暴雨,7 国家站 185 区域站出现暴雨,暴雨以上降水主要出现在贵阳市南部、六盘水市东部、安顺市、黔南州、黔东南州西部、黔西南州北部。

2019 年 6 月 5 日 20 时~6 日 20 时:全省 2 站点出现特大暴雨(最大为紫云县水塘镇 258.5 毫米),3 国家站 51 区域站出现大暴雨,6 国家站 162 区域站出现暴雨,暴雨以上降水主要出现在黔西南州北部、安顺市中南部和黔南州中南部。

2019 年 6 月 6 日 08 时~7 日 08 时:罗甸县董王镇出现特大暴雨 201 毫米,2 国家站 26 区域站出现大暴雨,6 国家站 86 区域站出现暴雨,暴雨以上降水主要出现在六盘水市东部、安顺市大部、黔南州东部。

2019 年 6 月 6 日 20 时~7 日 20 时:全省 3 国家站 25 区域站出现大暴雨(最大为六枝特区落别镇 194.2 毫米),6 国家站 84 区域站出现暴雨,暴雨以上降水主要出现在六盘水市东部、安顺市大部、黔南州东部、黔东南州中西部。

2.2. 6 h 降水

6 h 降水分析显示,全省大部都有降水出现,强降水在 5 日 08~14 时出现遵义市和毕节市西部,随后强降水中心南压,到早上 20 时强降水主要在省的中部一线,5 日 20~6 日 08 时强降水中心维持在贵州省的南部,随后南移减弱;6 日 20 时,强降水在贵州省的西南部再次出现并东移加强,在 7 日 02 时~08 时达到最强,随后继续东移减弱。由以上分析可知,5 日~7 日两天的连续性强降水主要在夜间发生,夜雨特征明显。

2.3. 强降水中心逐时雨量

最强降水:国家站为紫云县,过程累积雨量 149.2 mm,降水集中时段为 5 日 19 时~6 日 00 时,最大雨强 32.8 mm/h。

区域站为紫云县水塘镇 258.5 mm,降水集中时段为 5 日 20 时~6 日 00 时,最大雨强 58.5 mm/h。

3. 形势与中尺度环境场分析(分析时间:5 日 20~7 日 20 时)

3.1. 影响系统

5 日 20 时 500 hPa 贵州省位于高空槽前,贵州省受西南气流控制,槽东移影响我省,6 日 20 时,短波槽东移影响贵州省南部,到 7 日 08 时槽移至贵州省东南部,随后移出贵州省。5 日~7 日 700 hPa 贵州省的南部和北部受低涡切变影响,全省相对湿度较大。5 日 20 时和 6 日 20 时 850 hPa 贵州省的西南部均受切变维持,全省相对湿度较大,导致夜间强降水产生,7 日 08 时,南部切变线移出我省,北部受弱切变影响。5 日 20 时~6 日 08 时 SLP 贵州省受云南热低压影响,地面辐合线维持在省的西南部缓慢移动,导致夜间出现强降水。7 日 08~20 时影响南部的地面辐合线东移减弱,降水逐渐减弱,贵州均为上干下湿的水汽条件,见图 1。

3.2. 地面类型：热低压、地面辐合线

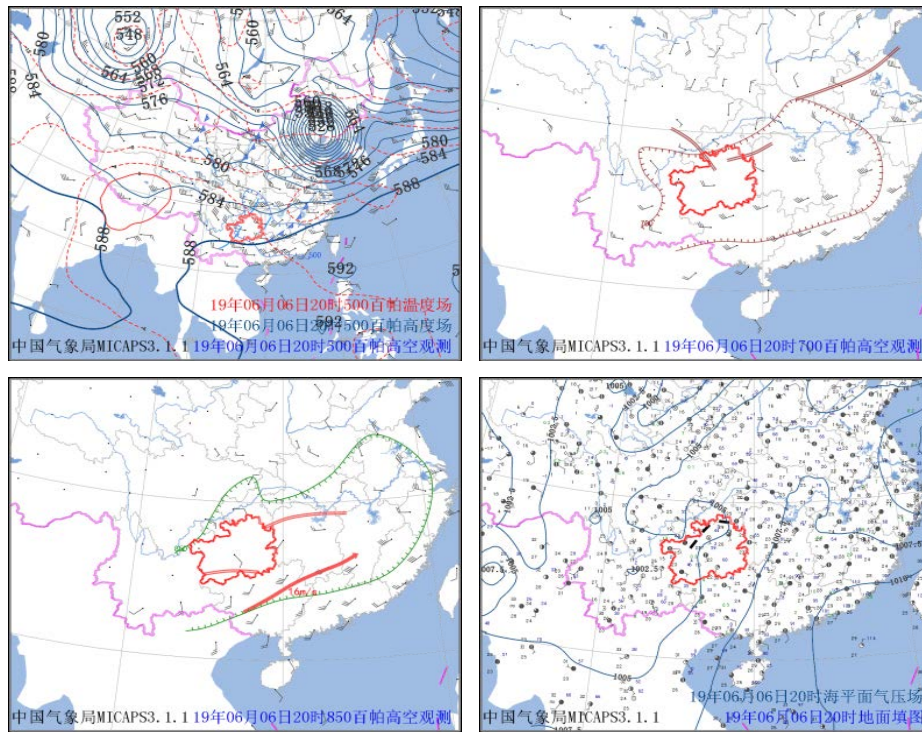


Figure 1. 500 hPa\700 hPa\850 hPa\SLP analysis at 20:00 on June 6, 2019
图 1. 2019 年 6 月 6 日 20 时 500 hPa\700 hPa\850 hPa\SLP 分析

3.3. 中尺度环境场综合分析

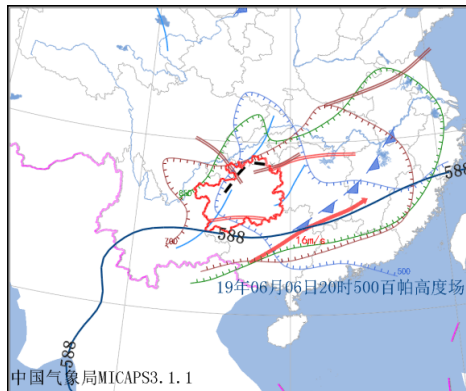


Figure 2. Mesoscale environmental field analysis at 20:00 on June 6, 2019
图 2. 2019 年 6 月 6 日 20 时中尺度环境场分析

通过上述分析表明，如图 2，此次暴雨过程的影响系统主要有：热低压、短波槽、低空切变线、地面辐合线。

4. TBB：6 月 5 日 08 时~12 日 06 时逐小时演变(UTC)

由 Tbb 图看出，如图 3，贵州省南部局地云团带来的降水较明显，到 5 日 8 时~16 时贵州省的东北部

有云团生成发展,产生降水,17时西部云团生成快速发展。与东部云团合并并维持在安顺市和黔南州一带,产生强降水,云团缓慢南压减弱在6日05时才移出贵州省。第二次过程在7日01时回波又在安顺市一带生成,05时云团达到最强,随后云团开始东移减弱,7日12时,全部移出贵州省。

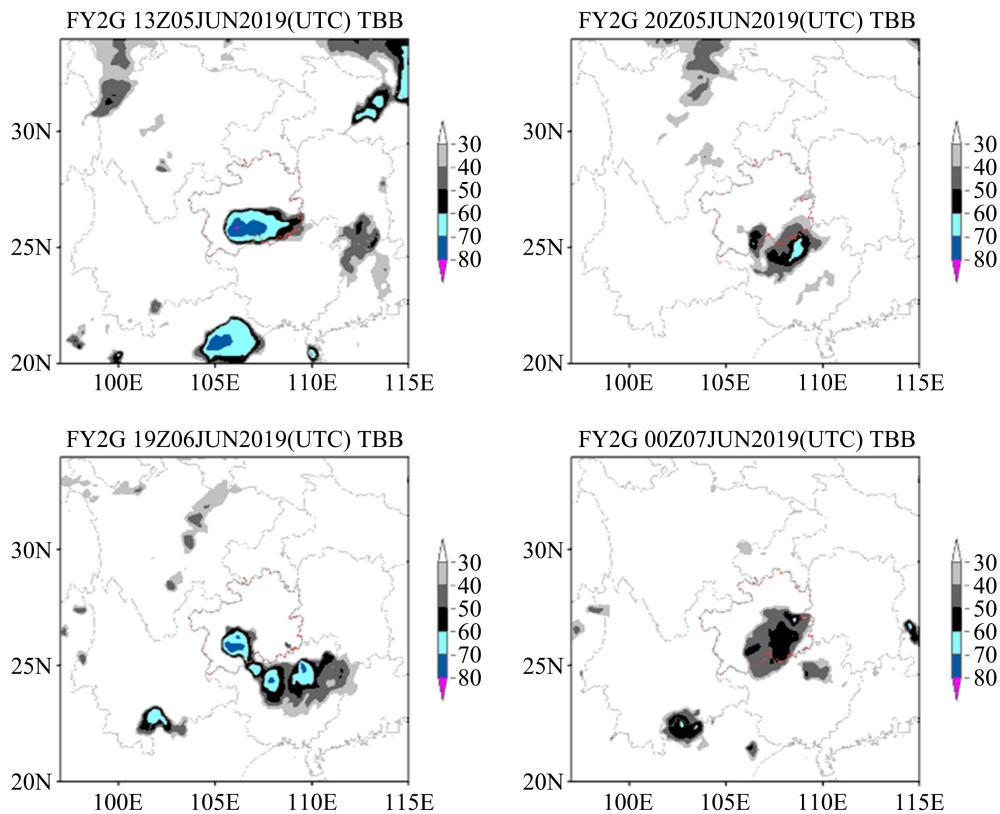


Figure 3. TBB cloud map on June 5~7, 2019
图3. 2019年6月5~7日TBB云图

5. 基于“配料”的基本物理量分析

从抬升条件,如图4,5日20时至7日20时500 hPa、700 hPa、850 hPa垂直速度分析得出全省均为上升运动区且上升运动较强。散度场也表明贵州省主要以辐散为主,主要在850 hPa贵州省的西部辐合较强利于上升运动,整个层结动力条件较好,有利于降水长时间维持和发展。

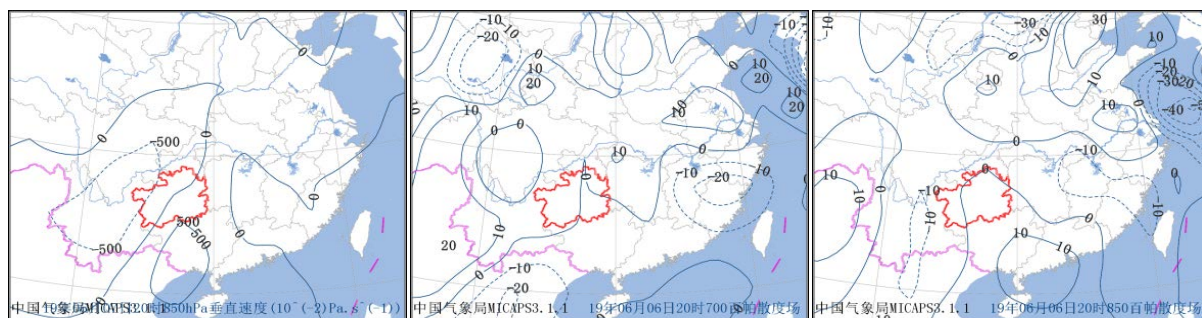


Figure 4. 850 hPa vertical velocity, 700 hPa, 850 hPa vertical velocity
图4. 850 hPa垂直速度、700 hPa、850 hPa垂直速度

6.5 日 08 时至 7 日 08 时 T-LnP 图

降水过程省的南部地区一直深层深厚达 600 hPa，见图 5，给夜间中南部强降水提供充足的水汽。低层 3 个站均有暖平流，促进强降水产生。

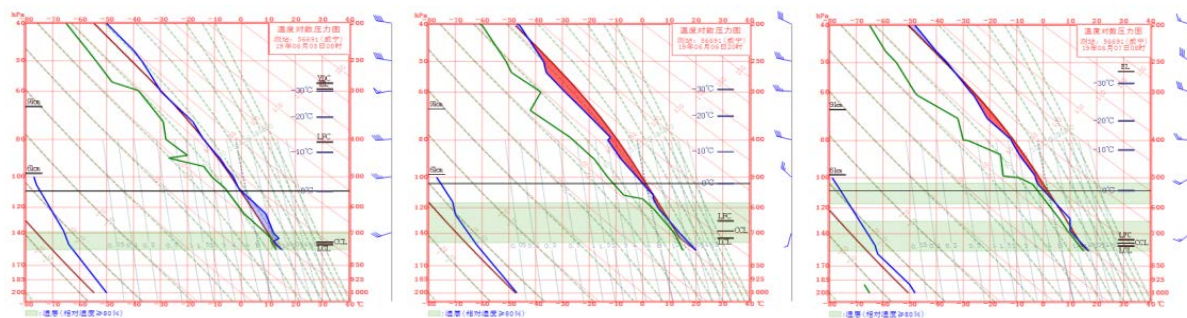


Figure 5. Radiosonde over Weining on June 5~7
图 5. 6月 5~7 日威宁上空探空图

7. EC_thin 数值预报能力(6月4日08时、4日20时、5日08时、5日20时起报)

对于 5~6 日的预报，见图 6，模式预报范围与实况较接近，量级偏小，南部暴雨、大暴雨漏报。对于 6~7 日的预报，模式范围量级预报较好，暴雨以上范围与实况较偏西。

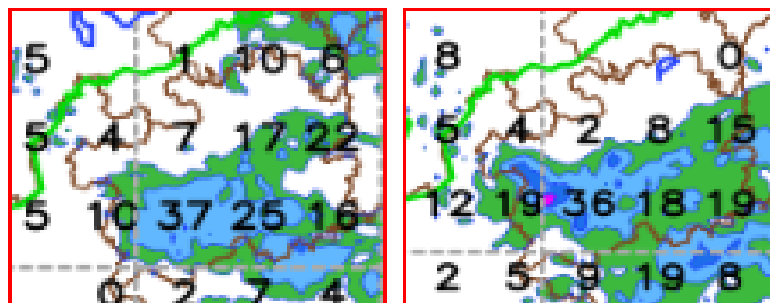


Figure 6. Forecast precipitation of EC fine grid for days 6~7
图 6. EC 细网格对 6~7 日的预报降水量

8. 结论

1) 此次天气过程主要发生在贵州南部，为少有的连续性暴雨，其中 6 月 5 日在贵州紫云县水塘镇出现特大暴雨 239.1 毫米、3 站国家站 39 站区域站出现大暴雨(100~200 毫米)，6 日在罗甸县董王镇出现特大暴雨 201 毫米，2 站国家站 26 站区域站出现大暴雨，且伴有明显短时强降水，两天的连续性强降水主要在夜间发生，夜雨特征明显。

2) 从降水系统的分类上看，此过程定义为热低压，地面辐合线类型。受高空槽东移影响，槽前正涡度平流有利于低层上升运动，同时 700 hpa 上低涡中心延伸出东西两段，贵州北部和南部受低涡西段影响，850 hpa 切变东移南压，地面受云南热低压影响，辐合线地面辐合线维持在省的西南部缓慢移动，导致夜间出现强降水。

3) 结合“配料法”分析各层的物理量，整层水汽条件较好，加上空间动力配置较好，热低压、短波槽、低空切变线、地面辐合线相互作用，导致此次贵州南部出现大暴雨，并伴有较强的短时强降水。

4) EC 作为大尺度预报, 检验其对此过程的预报能力, 得出模式预报范围与实况较接近, 量级偏小, 但是对南部暴雨、大暴雨漏报。

参考文献

- [1] 刘新伟, 叶培龙, 伏晶, 段海霞, 杨晓军. 高原切变线形态演变对高原边坡一次降水过程的影响分析[J]. 高原气象, 2020, 39(2): 225-229.
- [2] 伍志方, 蔡景就, 林良勋, 胡胜, 张华龙, 韦凯华. 2017 年广州“5·7”暖区特大暴雨的中尺度系统和可预报性[J]. 气象, 2018, 44(4): 485-499.
- [3] 陶祖钰, 刘伟. 关于暴雨和湿急流的讨论[J]. 气象学报, 2005, 63(5): 825-833.
- [4] 谌芸, 陈涛, 汪玲瑶, 李晟祺, 徐珺. 中国暖区暴雨的研究进展[J]. 暴雨灾害, 2019, 38(5): 483-493.
- [5] 雷蕾, 邢楠, 周璇, 等. 2018 年北京“7·16”暖区特大暴雨特征及形成机制研究[J]. 气象学报, 2020, 78(1): 1-17.
- [6] 管勇, 刘玉明, 胡丽华, 梁敏妍, 杨群娜. 广东两次特大暴雨成因的诊断对比[J]. 气象科技, 2010, 38(5): 565-571.
- [7] 李生辰, 张青梅, 沈晓燕, 等. 青海高原暴雨的形成条件与基本特征分析[J]. 高原气象, 2021, 1-15.
- [8] 李强, 王中, 白莹莹, 杜钦. 一次区域性大暴雨过程中尺度诊断分析[J]. 气象科技, 2011, 39(4): 453-461.
- [9] 黄楚惠, 李国平, 牛金龙, 罗玲, 张卫. 一次高原低涡东移引发四川盆地强降水的湿螺旋度分析[J]. 高原气象, 2011, 30(6): 1427-1434.
- [10] 李国平, 刘行军. 西南低涡暴雨的湿位涡诊断分析[J]. 应用气象学报, 1994, 5(3): 354-360.
- [11] 吴哲红, 虞苏青, 丁治英, 伍红雨. 贵州地区一次暴雨的数值模拟及不稳定性诊断分析[J]. 高原气象, 2008, 27(6): 1307-1314.
- [12] 伍红雨. 贵州一次大暴雨过程的中尺度数值模拟与诊断分析[J]. 暴雨灾害, 2007, 26(4): 361-368.
- [13] 井喜, 陈见, 胡春娟, 井宇, 屠妮妮, 王东海, 等. 广西和贵州 MCC 暴雨过程综合分析[J]. 高原气象, 2009, 28(2): 335-351.
- [14] 李腹广, 王芬. 黔西南州一次暴雨中尺度对流系统的发展分析[J]. 贵州气象, 2006, 30(3): 3-5.
- [15] 崔庭, 吴古会, 赵玉金, 杨玲, 张强宜. 黔西南州望谟县“6·06”特大暴雨过程中尺度分析[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(4): 2260-2263.
- [16] 陈晓燕, 周翠芳, 杨玲. 2004 年 7 月 4-5 日贵州省黔西南州首场暴雨的物理量诊断分析[J]. 云南地理研究, 2014(12): 14-16.